

Využitie ABC a TOC pri rozhodovaní o produktovom mixe

Product mix decisions based on ABC and TOC

*Eva Výrostová**

ABSTRAKT

Rozhodovanie o produktovom mixe predstavuje typický problém, ktorým sa zaoberajú podniky priemyselnej výroby. V príspevku sa zaoberáme možnosťami zlepšenia operatívneho riadenia, pričom riešenie úlohy o optimálnom produktovom mixe je založené na existujúcej kapacite. Cieľom príspevku je predstaviť kombináciu kalkulácie nákladov podľa čiastkových aktivít (ABC) a teórie obmedzení (TOC), ktorá umožňuje manažérom získať presnejšie informácie o produktovom mixe s ohľadom na existujúce úzke miesta v porovnaní s individuálnym uplatnením ABC, resp. TOC. Zlepšenie rozhodovania o produktovom mixe je založené na tom, že sa presnejšie modelujú relevantné náklady podľa ABC a na druhej strane pri optimalizácii produktového mixu sa rešpektujú existujúce fyzické obmedzenia, napr. kapacitné obmedzenia výroby a obmedzenia dopytu.

Kľúčová slova: kalkulácia nákladov podľa čiastkových aktivít (ABC), teória obmedzení (TOC), rozhodovanie o produktovom mixe, optimalizácia

ABSTRACT

The decision about a product mix presents a typical problem for manufacturing companies. This paper deals with possible enhancements to operations management by solving the optimal product mix problem while respecting the existing capacities. The main objective is to present a combination of activity-based costing (ABC) and theory of constraints (TOC), which allows the managers to obtain more precise information about the product mix with respect to existing bottlenecks, than would be the case with ABC or TOC alone. The combination of ABC and TOC enhances the decision making process by modelling relevant cost more precisely by using ABC, while simultaneously optimizing the product mix with respecting the existing physical constraints such as production capacity or demand constraints.

Key words: activity-based costing (ABC), theory of constraints (TOC), product mix decisions, optimization

JEL classification: M11, M21, D24

***Afilace:** Ing. Eva Výrostová, PhD. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Fakulta verejnej správy, Katedra ekonomiky a riadenia verejnej správy, Popradská 66, 041 32 Košice, Slovensko, e-mail: eva.vyrostova@upjs.sk.

Affiliation: Ing. Eva Výrostová, PhD. Pavol Jozef Safarik university, Faculty of Public administration, Department of economics and management of public administration, Popradska 66, 041 32 Kosice, Slovakia, e-mail: eva.vyrostova@upjs.sk

Úvod

Rozhodovanie o produktovom mixe predstavuje typický problém, ktorým sa zaoberajú podniky priemyselnej výroby. Optimalizáciu sortimentu možno riešiť z krátkodobého i z dlhodobého hľadiska. Dlhodobé rozhodovanie o sortimentnom mixe je spojené s hodnotením efektívnosti investícií. V tomto príspevku sa zaoberáme možnosťami zlepšenia operatívneho riadenia, pričom riešenie úlohy o optimálnom produktovom mixe je založené na existujúcej kapacite.

Cieľom príspevku je predstaviť kombináciu kalkulácie nákladov podľa čiastkových aktivít (ABC) a teórie obmedzení (TOC), ktorá umožňuje manažérom získať presnejšie informácie o produktovom mixe s ohľadom na existujúce úzke miesta v porovnaní s individuálnym uplatnením ABC, resp. TOC. Kombinovaný prístup ABC a TOC je formulovaný ako zmiešaná úloha celočíselného lineárneho programovania. Optimalizačný model obsahuje účelovú funkciu, ktorá predstavuje maximalizáciu „zisku“ (nezahŕňajú sa tu irelevantné náklady pre rozhodnutie o produktovom mixe, t.j. fixné náklady), podmienky limitovaných zdrojov (t.j. kapacitných obmedzení), iných obmedzení (napr. trhový dopyt) a podmienky nezápornosti všetkých premenných.

Príspevok je členený do nasledujúcich častí: V prvej kapitole sa zaoberáme využitím ABC pri rozhodovaní o produktovom mixe. Druhá kapitola sa venuje využitiu TOC pri rozhodovaní o produktovom mixe. V rámci tretej kapitoly je predstavený kombinovaný prístup ABC a TOC pri rozhodovaní o produktovom mixe a jeho výhody. Posledná kapitola obsahuje diskusiu a záver.

1 Využitie ABC pri rozhodovaní o produktovom mixe

Kalkulácia nákladov podľa čiastkových aktivít (angl. activity-based costing, v ďalšom texte označovaná ako ABC) a riadenie nákladov na základe aktivít (angl. activity-based cost management, ABC/M) patria k metódam riadenia nákladov, ktoré sú vo vyspelých krajinách populárne a pre podnik prinášajú množstvo výhod (podrobnejšie napr. Cooper a Kaplan (1992), Bjørnenak a Mitchell (2002), Gupta a Galloway (2003), Šoljaková (2003), Tóth a Tóthová (2011), Výrostová (2013)). Od tradičných kalkulácií sa táto metóda líši tým, že predpokladá, že náklady spôsobujú aktivity a nákladové objekty (napr. produkty) vytvárajú dopyt po aktivitách. ABC/M umožňuje pochopiť činnosť danej organizácie cez procesy, ktoré sa v nej uskutočňujú a predovšetkým umožňuje tieto procesy (resp. aktivity) riadiť (Výrostová, 2007b). Význam ABC, ktorý sa zdôrazňuje v rôznych prameňoch, je najmä spresnenie kalkulácie nákladov produktov (podrobnejšie napr. Kupkovič a Tóth (2004), Staněk (2003), Serina (2014)).

Presnejšie informácie o nákladoch získané prostredníctvom ABC je možné okrem iného využiť aj pri rozhodovaní o objeme a štruktúre výkonov, teda rozhodovaní o produktovom mixe. V tomto prípade je potrebné alokovať náklady na produkty ako nákladové objekty, ktoré spotrebúvajú rôzne aktivity v rôznych proporciách. Kee (1995) uvádza, že ABC ukazuje ako sa z dlhodobého hľadiska menia výrobné režijné náklady s objemom produkcie. Cooper a Kaplan (1991) v rámci ABC členia aktivity na¹:

- *jednotkové* (angl. unit-level activities), ktoré sú uskutočňované pre každú jednotku produktu/služby. Množstvo týchto aktivít je proporcionálne objemu produkcie (napr. vŕtanie, opracovanie povrchu produktu). Náklady týchto aktivít predstavujú napr. priame

¹ Niektorí autori osobitne vyčleňujú aj *aktivity pre zákazníka* (angl. customer-sustaining activities) – ide o aktivity umožňujúce predat' produkt zákazníkovi. Tieto aktivity sú nezávislé od objemu a mixu predávaných produktov, ktoré sú dodané zákazníkovi. Osobitne je možné vyčleniť aj *aktivity týkajúce sa objednávky*.

materiálové náklady, jednotkové priame mzdy, ale aj náklady na energiu, ktorá je spotrebovaná na úrovni produktu,

- *dávkové* (angl. batch-level activities) – aktivity uskutočnené pre každú dávku, resp. pre každé nastavenie pracovnej činnosti. Náklady týchto aktivít súvisia s nastavovaním strojov, nakladaním s materiálom, objednávkami či kontrolou kvality,
- *podporujúce produkt* (angl. product-sustaining activities) – aktivity, ktoré umožňujú podniku poskytnúť produkt. Náklady týchto aktivít súvisia so špecifikáciou procesov, projektovaním produktu, zlepšovaním produktu a pod.
- *aktivity na udržiavanie podniku* (angl. facility-sustaining activities), ktoré udržiavajú prevádzku podniku. Náklady týchto aktivít súvisia s riadením podniku, vlastníctvom a údržbou budov a pozemkov, vykurovaním či osvetlením.

Takéto členenie a odlišný prístup k nákladom, na rozdiel od klasického členenia nákladov na fixné a variabilné, dokáže aj z dlhodobejšieho hľadiska určiť ako sa budú meniť náklady s objemom produkcie (poukazujú na to prvé tri skupiny aktivít). Vďaka využitiu ABC je možné uskutočniť presnejšie modelovanie nákladov čo možno využiť pri rozhodovaní o produktovom mixe. Prostredníctvom ABC sa vypočítajú náklady jednotlivých produktov a na základe ziskovej analýzy produktov môže manažér lepšie rozhodnúť o produktovom mixe, teda ABC umožňuje identifikovať ziskové a neziskové produkty. (Výrostová, 2007a)

Ako poukazuje Cooper a Kaplan (1992) ABC dokáže merať využitie zdrojov s ohľadom na dopyt po aktivitách. Ak je dopyt po aktivite pod úrovňou poskytnutých služieb, potom ABC priradzuje náklady prebytočných zdrojov nevyužitej kapacity. Cooper a Kaplan preto navrhujú, aby náklady produktu neboli zaťažené nákladmi nevyužitej kapacity, keď je dopyt po zdrojoch nižší ako plánovaný. Mali by byť vedené osobitne (ako nevyužitá kapacita) a manažment podniku by im mal venovať náležitú pozornosť.

Obr. 1: Nevyužitá kapacita podľa ABC

Dostupnosť aktivít	=	spotreba aktivít + nevyužitá kapacita
Náklady poskytnutých aktivít	=	náklady spotrebovaných aktivít + náklady nevyužitej kapacity

Zdroj: Cooper a Kaplan (1992)

Nevyužitá kapacita predstavuje rozdiel medzi nákladmi skutočne využitými na uskutočnenie aktivít (podľa ABC) a nákladmi dostupnými, či ponúknutými na ich uskutočnenie (podľa finančných výkazov organizácie). Celkový zisk podniku potom možno vypočítavať ako sumu ziskov vypočítaných prostredníctvom ABC za predané produkty mínus náklady nevyužitej kapacity mínus ostatné náklady, ktoré neboli zahrnuté do výpočtu (napr. mimoriadne náklady). Niektorí autori (napr. Sheu, Chen a Kovar, 2003) navrhujú, aby aj náklady nevyužitej kapacity boli alokované na produkty podľa dôvodu nevyužitej kapacity. Podľa nášho názoru to môže mať význam hlavne v prípade rozhodovania o cenách, avšak pri iných manažérskych rozhodnutiach je vhodné poznať náklady nevyužitej výrobnéj kapacity a nerozvrhovať ich na produkty ako to navrhujú Cooper a Kaplan.

V prípade ak je dopyt po aktivitách vyšší ako kapacita vzniká tzv. úzke miesto, ktoré je potrebné identifikovať a analyzovať jeho vplyv na produkciu firmy a možnosti jej zvýšenia a tým zvýšenia ziskovosti firmy prostredníctvom odstránenia tohto úzkeho miesta. Napr. produkčné obmedzenia zohrávajú dôležitú úlohu v rozhodnutiach o optimálnom produktovom mixe, rozhodnutiach „vyrobiť alebo kúpiť“, v rozhodnutiach, ktoré zlepšenia budú pre firmu najvýhodnejšie a pod. Avšak samotná metóda ABC neumožňuje rozpoznať tieto úzke miesta,

pretože predpokladá, že dopyt po zdrojoch a ich využitie nie je v rozpore. (Cooper a Slagmulder, 1990) Toto obmedzenie ABC spôsobuje, že v prípade ak existujú úzke miesta, rozhodovanie o produktovom mixe založené len na ziskovej analýze vychádzajúcej z ABC nemusí viesť k optimálnemu rozhodnutiu, alebo dokonca nemusí byť ani realizovateľné.

Z uvedeného dôvodu sa predmetom viacerých štúdií stali možnosti spojenia ABC s modelmi lineárneho programovania, ktoré by brali do úvahy obmedzenia zdrojov. Napr. Shapiro (1999) uvádza, že kalkulácia ABC môže byť rozšírená na model matematického programovania na optimalizáciu alokácie zdrojov. Kee (1995) a Kee a Schmidt (2000) najviac prispeli k rozvoju modelu založenom na MIP (zmiešané celočíselné programovanie, angl. mixed-integer programming, MIP), ktorý optimalizuje produktový mix, pričom berie do úvahy tak údaje o nákladoch z ABC, ako aj fyzikálne vlastnosti produkčného procesu a kapacity aktivít. Kee (1995) poukazuje na využitie ABC a MIP na príklade stredne veľkej firmy, tento model nazýva rozšírený ABC model, pričom ide o prepojenie ABC a TOC.

Novšie štúdie, napr. Zhuang a Chang (2015) navrhujú pre rozhodovanie o produktovom mixe model, ktorý je tiež založený na zmiešanom celočíselnom lineárnom programovaní a ktorý využíva prístup, ktorý umožňuje zohľadniť rozdielnu časovú náročnosť vykonávaných aktivít, tzv. „time-driven activity-based costing“ (TDABC). Metóda TDABC bola predstavená v roku 1997 Kaplanom a Andersonom (2013). Táto metóda na rozdiel od ABC využíva čas ako nosič nákladov (angl. cost driver), ktorý slúži na alokáciu nákladov. Podľa Dejnega (2010) metóda TDABC na rozdiel od ABC má schopnosť odhaliť nevyužitú kapacitu, rešpektuje vzájomné vzťahy medzi faktormi, redukuje počet položiek procesov a má menšie nároky na účtovný systém.

2 Využitie TOC pri rozhodovaní o produktovom mixe

Teória obmedzení (angl. theory of constraints, TOC) je metóda riadenia a zvyšovania výkonnosti, ktorú vytvoril Goldratt na začiatku 90 rokov minulého storočia (Goldratt a Cox, 1984). Táto teória vychádza z toho, že každý systém má aspoň jedno obmedzenie, ktoré bráni systému dosahovať lepšie výsledky. Preto by sa mal podnik zameriavať na tieto obmedzenia, maximálne využiť dostupnú kapacitu, hlavne efektívne využívať úzke miesta a postupne ich odstraňovať a tým zabezpečiť zvyšovanie výkonnosti. Pod úzkym miestom rozumieme obmedzenia, ktoré môžu byť hmotné (fyzické) (napr. kapacita strojov, priestorové obmedzenia) alebo nehmotné (napr. trhovú dopyt, minimálna úroveň tržieb, manažérsky štýl, znalosti, postoje ľudí).

Cieľom TOC je maximalizácia „prietoku“ (angl. throughput) pri súčasnom poklese (resp. udržaní) prevádzkových nákladov a „zásob“ (angl. inventory). Pod „zásobami“ v tomto prípade rozumieme všetky finančné prostriedky, ktoré podnik investoval do vecí, ktoré má v úmysle predat'. „Zásoby“ sú tvorené režíjnym materiálom, nedokončenou výrobou, hotovými výrobkami, ale aj nákladmi na vybavenie a budovy. Ide teda o množstvo peňazí, ktoré je viazané v podniku, aby mohol vyrábať. Prevádzkové náklady predstavujú všetky finančné prostriedky, ktoré podnik vynaložil, aby svoje „zásoby“ premenil na „prietok“ (napr. mzdové náklady, náklady na energie a pod.). Ako vyplýva zo štúdií uskutočnených v USA a Európe je „throughput“ najčastejšie definovaný ako „tržby - priame materiálové náklady“, aj keď oficiálna definícia je iná (Kirche, 2002). Yahya-Zadeh (1998) uvádza, že „throughput“ je definovaný ako rozdiel medzi peniazmi prichádzajúcimi do firmy a peniazmi platenými mimo firmy dodávateľom, subdodávateľom a predajcom. Podľa Vidovej (2003) je prietok „tempo, akým systém vytvára finančné prostriedky prostredníctvom tržieb z predaja výrobkov a služieb“.

Goldratt (1990 prameň: Fredendall a Lea, 1997) uvádza nasledovný postup TOC, ktorý pozostáva z 5 krokov:

- 1) identifikovať obmedzenie systému,
- 2) rozhodnúť ako čo najlepšie využiť toto obmedzenie,
- 3) podriaďiť všetko ostatné vyššie uvedenému rozhodnutiu,
- 4) odstrániť obmedzenie systému (teda zvýšiť priepustnosť cez úzke miesto),
- 5) ak sú predchádzajúce kroky splnené vrátiť sa na krok 1.

Prvý krok znamená identifikovanie zdroja po ktorom je dopyt vyšší ako jeho kapacita, t.j. nájdenie úzkeho miesta. V druhom kroku sa rozhodne ako čo najlepšie využiť dané obmedzenie nasledovne:

- a) výpočet príspevku na úhradu každého produktu (angl. contribution margin) nasledovne: $CM = \text{predajná cena} - \text{priame materiálové náklady}$,
- b) prepočet príspevku na jednotku obmedzenia prostredníctvom podielu príspevku na úhradu (CM) a času na spracovanie produktu v úzkom mieste (BN),
- c) zoradíme produkty podľa podielu CM/BN a v zostupnom poradí, realizujeme najprv produkty s najvyšším podielom príspevku na jednotku obmedzenia dovtedy, kým sa neuspokojí trhovú dopyt po nich, resp. nevyčerpá kapacita. Zároveň realizujeme všetky produkty, ktoré nevyžadujú spracovanie v úzkom mieste.

Produktový mix je určený týmito dvoma krokmi. Tretí krok znamená podriaďiť všetko danému rozhodnutiu s cieľom maximalizácie prietoku. Napr. zadanie objednávok, nákup materiálu, naplánovanie práce ostatných miest je potrebné uskutočniť tak, aby úzke miesto pracovalo nepretržite a netvorili sa zásoby na iných miestach výrobného procesu. Odstrániť obmedzenie možno nielen prostredníctvom výroby iba tých produktov, ktoré zvyšujú prietok,

ale aj odstránením nevyužitého času v úzkom mieste, uskutočňovaním operácií na produktoch mimo firmy (outsourcing) v prípade nedostatku kapacity, skrátením doby nastavovania strojov a času spracovania na úzkom mieste a pod. Po úspešnom odstránení úzkeho miesta prostredníctvom zlepšení v štvrtom kroku postup opakujeme pre ďalšie identifikované úzke miesta.

TOC umožňuje zvýšiť výkonnosť cez maximalizáciu prietoku z krátkodobého hľadiska, ale z dlhodobého hľadiska vedie k nesprávnym rozhodnutiam o produktovom mixe. Dôvodom je nesprávne modelovanie správania sa nákladov, keďže všetky ostatné prevádzkové náklady považuje za fixné. Využitie TOC pre optimalizáciu produktového mixu kritizuje napr. Kaplan, ktorý TOC považuje za extrémnu formu kalkulácie priamych nákladov, resp. prístupu založenom na koncepcii prínosu (CVP) (Kee, 1995). Podobnosť uvedených prístupov zobrazuje nasledujúca tabuľka.

Tab. 1: Porovnanie kalkulácií podľa metódy štandardných nákladov, analýzy vzťahov medzi nákladmi, objemom a ziskom (CVP) a „prietokového“ účtovníctva

Metóda štandardných nákladov (angl. standard costing)	CVP (angl. cost - volume - profit analysis)	„Prietokové“ účtovníctvo (angl. throughput accounting)
Tržby - priame materiálové náklady - priame mzdové náklady = príspevok na úhradu (marža) - režijné náklady =čistý zisk	Tržby - variabilné náklady = príspevok na úhradu fixných nákladov a zisku - fixné náklady =čistý zisk	Tržby - priame materiálové náklady = throughput („prietok“) - všetky ostatné prevádzkové náklady (režijné, vrátane priamych mzdových) =čistý zisk

Zdroj: Sheu, Chen a Kovar (2003), doplnené o CVP

Luebbe a Finch (1992) ďalej poukazujú na to, že TOC je manažérskou filozofiou podobne ako JIT (angl. just-in-time), na rozdiel od lineárneho programovania, ktoré označujú za matematickú techniku. S týmto tvrdením možno súhlasiť ak sa pozrieme na tretí a štvrtý krok TOC, ktoré predstavujú manažment úzkych miest a smerujú k odstráneniu úzkeho miesta. Prvé dva kroky, ktoré vedú k identifikovaniu optimálneho produktového mixu pri daných obmedzeniach však možno presnejšie uskutočniť prostredníctvom lineárneho programovania, ktoré vedie vždy k prípustnému riešeniu, pričom tradičný algoritmus k nemu nemusí viesť. Napr. Plenert (1993) poukazuje na to, že v prípade viacerých obmedzení tradičný algoritmus nemusí viesť k prípustnému riešeniu, podobne v prípade pridania nového produktu k existujúcim produktom Lee a Plenert (1993). Tieto problémy pri využití tradičného prístupu sa navrhnutím iných vylepšených algoritmov snažia odstrániť napr. Lee a Plenert (1993) a Aryanezhad a Komijan (2004).

3 Využitie kombinácie ABC a TOC pri rozhodovaní o produktovom mixe

Ako sme poukázali v predchádzajúcich kapitolách kalkuláciu nákladov podľa čiastkových aktivít (ABC) a teóriu obmedzení (TOC) možno využiť pri identifikovaní optimálneho

produktového mixu, aj keď zameranie oboch metód je rôzne. Obmedzením ABC je, že nerešpektuje existujúce fyzické obmedzenia a obmedzením TOC je, že pri rozhodovaní o produkčnom mixe neberie do úvahy všetky relevantné náklady, teda nemodeluje správne vývoj nákladov. Viacerí autori poukazujú na to, že TOC je vhodnejšia pre krátkodobé rozhodnutia a z dlhodobého hľadiska je vhodnejšia ABC. Z tohto dôvodu prináša spojenie ABC a TOC zlepšenie rozhodnutí o produktovom mixe.

Jedným z prvých autorov, ktorý sa zaoberal integráciou ABC a TOC je Kee (1995), pričom vytvoril model lineárneho programovania (ktorý nazval rozšírený ABC model), ktorý súčasne zohľadňoval nákladové informácie ABC a fyzické atribúty produkčného procesu na dosiahnutie optimálneho produkčného mixu. Tento model maximalizuje ziskovosť v rámci určitého obdobia. Cooper a Slagmulder (1999) ukazujú na to, ako ABC a TOC môžu zlepšiť krátkodobé rozhodnutia o produktovom mixe, ale aj dlhodobé strategické rozhodnutia. Yahya-Zadeh (1998) upozorňuje na to, že ABC a TOC sú navzájom komplementárne, keďže umožňujú riešiť krátkodobé prevádzkové problémy a dlhodobé problémy riadenia nákladov. Alsmadi, Almani a Khan (2014) na prípadovej štúdii poukazujú na to, že kombinácia ABC a TOC poskytne manažérom nástroj, ktorý môže zlepšiť ich rozhodovanie o cenách, o rozvoji produktov, o produktovom mixe a umožní im zlepšiť procesy. Cooper, Bray a Parzen (2007) sa zaoberajú otázkou, ktorý z prístupov ABC alebo TOC je vhodnejší pre strategické plánovanie, pričom poukazujú práve na výhody hybridu TOC a ABC. Ďalšie novšie štúdie, napr. Huang et al. (2014) poukazujú na prínosy uplatnenia kombinácie TDABC a TOC.

Kombinácia ABC a TOC vychádza z predpokladov, že nasledovné veličiny sú známe a fixné: počet aktivít, priame materiálové náklady, nosiče spotreby zdrojov a nosiče nákladov, predajné ceny výrobkov, kapacity a veľkosť výrobných dávok. Ďalej predpokladáme, že spotreba aktivít je lineárna s ich úrovňou (jednotka, dávka, produkt, objednávka). Kombinovaný prístup ABC a TOC je založený na zmiešanom celočíselnom lineárnom programovaní, to znamená, že si vyžaduje definovanie účelovej funkcie, limitovaných zdrojov (teda obmedzení), a tiež lineárny vzťah medzi premennými v účelovej funkcii a rovniciach obmedzení. Riešenie úlohy si nemusí vyžadovať špeciálny software a je možné ju riešiť aj s použitím Microsoft Excel, resp. voľne dostupných programov špeciálne zameraných na riešenie úloh lineárneho programovania. Optimalizačnú úlohu pre výber produktového mixu možno formulovať ako úlohu zmiešaného lineárneho programovania nasledovne (Výrostová, 2007a):

$$\max \left(\sum_{p=1}^{N_p} (PC_p - M_p - AJ_p) X'_p - \sum_{p=1}^{N_p} AD_p Y'_p - \sum_{p=1}^{N_p} AP_p Z'_p - \sum_{p=1}^{N_p} AO_p O'_p \right) \quad (1)$$

za podmienok

$$\sum_{p=1}^{N_p} \frac{ap_{j,p}}{X_p} X'_p \leq KA_j \quad j \in IAK \cap IAJ \quad (2)$$

$$\sum_{p=1}^{N_p} \frac{ap_{j,p}}{Y_p} Y'_p \leq KA_j \quad j \in IAK \cap IAD \quad (3)$$

$$\sum_{p=1}^{N_p} \frac{ap_{j,p}}{Z_p} Z'_p \leq KA_j \quad j \in IAK \cap IAP \quad (4)$$

$$\sum_{p=1}^{N_p} \frac{ap_{j,p}}{O_p} O'_p \leq KA_j \quad j \in IAK \cap IAO \quad (5)$$

$$\sum_{p=1}^{N_p} SZ_{k,p} X'_p \leq KZ_k \quad k = 1, 2, \dots, N_k \quad (6)$$

$$X'_p - D_p Y'_p \leq 0 \quad p = 1, 2, \dots, N_p \quad (7)$$

$$X'_p - 100000000 Z'_p \leq 0 \quad p = 1, 2, \dots, N_p \quad (8)$$

$$DMIN_p \leq X'_p \leq DMAX_p \quad p = 1, 2, \dots, N_p \quad (9)$$

$$X'_p \geq 0, Y'_p \geq 0, Z'_p \geq 0, O'_p \geq 0; Y'_p \text{ a } O'_p \text{ celočíselné, } Z'_p \text{ binárne, } p = 1, 2, \dots, N_p \quad (10)$$

kde X'_p = množstvo výrobkov p , ktoré sa majú vyrobiť v ďalšom období (neznáme premenné),

Y'_p = počet výrobných dávok potrebný na výrobu týchto výrobkov,

Z'_p = binárna premenná nadobúdajúca hodnoty 0 alebo 1 podľa toho, či sa v ďalšom období nebude, alebo bude vyrábať výrobok p ,

O'_p = počet objednávok očakávaný v ďalšom období,

Premenné X_p, Y_p, Z_p a O_p sú podobne definované, avšak ide o známe premenné, keďže sa týkajú predchádzajúceho obdobia (napr. minulého mesiaca),

$DMIN_p$ = minimálna požadovaná úroveň pre každý výrobok p ,

$DMAX_p$ = maximálny očakávaný dopyt pre ďalšie obdobie pre každý výrobok p ,

PC_p = predajná cena výrobku p ,

M_p = jednotkové priame materiálové náklady na výrobok p ,

D_p = veľkosť výrobných dávok,

$KA_j, j = 1, 2, \dots, N_a$ = kapacita aktivít (napr. mesačná),

IAK = množina indexov aktivít, ktoré sú kapacitne obmedzené,

IAJ = množina indexov aktivít, ktoré sú variabilné s objemom produkcie,

IAD = množina indexov aktivít variabilných s počtom výrobných dávok,

IAP = množina indexov aktivít spotrebovaných len ak sa vyrába konkrétny produkt,

IAO = množina indexov aktivít variabilných s počtom prijatých objednávok,

$ap_{j,p} \quad j = 1, 2, \dots, N_a, p = 1, 2, \dots, N_p$ = spotreba aktivity j produktom p , vyjadrená v jednotkách nosiča nákladov (zistí sa na základe údajov minulého obdobia),

AJ_p = jednotkové náklady na aktivity variabilné s objemom produkcie výrobku p ,

AD_p = náklady aktivít variabilných s počtom výrobných dávok na jednu dávku,

AP_p = celkové náklady aktivít spotrebovaných len ak sa vyrába konkrétny produkt,

AO_p = náklady aktivít variabilné s počtom prijatých objednávok na jednu objednávku,

N_k = technologické obmedzenia na výrobné zdroje,

$SZ_{k,p}$ = spotreba k -teho zdroja na jednotku výrobku p ,

KZ_k = celková kapacita k -teho výrobného zdroja.

Účelová funkcia (1) je definovaná ako maximalizácia „zisku“ podniku, teda rozdiel medzi tržbami a nákladmi. V našom prípade však v účelovej funkcii nie sú do nákladov zahrnuté fixné náklady AF_p , keďže sú z hľadiska výberu optimálneho produktového mixu irelevantné. Vyplýva to z toho, že i pri meniacom sa produktovom mixe sa tieto náklady nemenia (z definície) a preto výsledné rozhodnutie neovplyvnia. Režijné náklady sú modelované prostredníctvom ABC a sú vyjadrené ako variabilné s jednotkou produkcie, výrobnou dávkou, tým, či sa vôbec vyrába konkrétny produkt a s celkovým počtom objednávok produktov. Po formulácii účelovej funkcie je potrebné špecifikovať obmedzujúce podmienky modelu (2 - 10).

Prvá skupina obmedzujúcich podmienok sa týka kapacitných obmedzení. V našom prípade umožňujeme zadať dva rôzne typy týchto podmienok. V prvom rade optimálne riešenie musí rešpektovať kapacitné obmedzenia aktivít (2 - 5). Tu opäť vychádzame z koncepcie ABC, pri ktorej považujeme spotrebu jednotlivých aktivít za závislú na dopyte vyvolanom nákladovými objektmi – produktmi. Nerovnica 2 vyjadruje kapacitne obmedzené aktivity meniace sa s počtom produktov. Nerovnica 3 vyjadruje kapacitne obmedzené aktivity meniace sa s počtom výrobných dávok. Nerovnica 4 vyjadruje kapacitne obmedzené aktivity meniace sa v závislosti na tom, či sa daný výrobok vyrába alebo nie. Nerovnica 5 vyjadruje kapacitne obmedzené aktivity meniace sa s počtom objednávok.

Druhým typom podmienok sú technologické obmedzenia (6), ktoré nebolo možné definovať v predchádzajúcom kroku. Môže k tomu dochádzať z dôvodu, že technologický charakter výroby sa nezhoduje presne s aktivitami používanými na kalkuláciu, alebo v prípade, ak sa na jednu aktivitu vzťahuje viac ako jedno obmedzenie.

Podmienky 7 až 9 vyjadrujú obmedzenia týkajúce sa výrobných dávok a dopytové obmedzenie pre počet vyrábaných výrobkov. Nerovnica 7 spolu s požiadavkou na celočíselnosť premennej slúži pre stanovenie počtu výrobných dávok v závislosti na množstve produkovaných výrobkov. Pre vytvorenie binárnej premennej, ktorá bude vyjadrovať to, či sa výrobok bude vyrábať, alebo nie (teda, či sa bude nachádzať v produktovom mixe) využijeme konštantu rádovo väčšiu ako počet výrobkov (napr. 10 000 000) a spolu s podmienkou binárnosti pridáme väzbovú nerovnicu 8. Podnik si taktiež môže stanoviť maximálny a minimálny predpokladaný dopyt po jednotlivých produktoch, čím sa má zabrániť tvorbe mixu, ktorý by bol príliš nevyvážený z hľadiska dopytu. Túto skutočnosť vyjadruje podmienka 9.

Najjednoduchšou obmedzujúcou podmienkou je požadovaná nezápornosť všetkých premenných (10). Táto podmienka je prirodzeným dôsledkom skutočnosti, že takmer všetky veličiny predstavujú množstvá (výrobkov, výrobných dávok, objednávok...), pri ktorých by záporné hodnoty nemali zmysluplnú interpretáciu. Rovnako pri počte produktov, či počte objednávok majú zmysel len celočíselné hodnoty.

Záver

Kombinácia ABC a TOC prináša zlepšenie rozhodovania o produktovom mixe v tom, že sa presnejšie modelujú relevantné náklady podľa ABC a na druhej strane pri optimalizácii produktového mixu sa rešpektujú existujúce fyzické obmedzenia, napr. kapacitné obmedzenia výroby, resp. obmedzenia dopytu. K obmedzeniam tohto prístupu patrí jeho náročnosť na požadované vstupné údaje a potreba softwarového vybavenia. Uplatnenie kombinácie ABC a TOC vedie k zvýšenému pracovnému zaťaženiu účtovníckeho personálu, manažérov výroby, ako aj k potrebe konzultácií s odborníkmi pre implementáciu ABC. Samotné zavedenie ABC

je náročné na finančné prostriedky a čas, relatívne zložité (podľa rozsahu podnikom uskutočňovaných činností) a vyžaduje si zmeny predovšetkým v oblasti riadenia smerom k riadeniu procesov a aktivít. „Jedným z obmedzení je, že ABC nie je univerzálne vhodná pre všetky podniky hlavne z hľadiska veľkosti podniku, komplexnosti, podielu režijných nákladov, konkurencii a potrebe presnejších informácií.“ (Výrostová, 2013).

Kombinácia ABC a TOC je vhodná pre firmy, ktoré potrebujú riešiť otázku optimálneho produktového mixu, pre ktoré je vhodné ABC a ktoré čelia rôznym obmedzeniam, či už dopytu alebo technologickým obmedzeniam, ktoré spôsobujú úzke miesta. Uvedený prístup je najjednoduchšie zaviesť pre tie podniky, ktoré už ABC využívajú, resp. ho zavádzajú. Tieto podniky už majú rozanalyzované aktivity a majú pozbierané údaje o aktivitách, ich nákladoch a nosičoch nákladov a preto predpokladáme, že zavedenie tohto prístupu nebude pre ne komplikované, t.j. nespôsobí zvýšenie pracovnej záťaže zamestnancov, ani ich odpor k zmenám a môže priniesť zvýšenie úžitku pri minimálnych nákladoch.

Literatúra:

- [1] ALSMADI, M. - ALMANI, A. - KHAN, Z. (2014): *Implementing an integrated ABC and TOC approach to enhance decision making in a lean context: A case study*. International Journal of Quality & Reliability Management, 2014, 31.8: 906-920.
- [2] ARYANEZHAD, M. B. - KOMIJAN, A. R. (2004): *An improved algorithm for optimizing product mix under the theory of constraints*. International Journal of Production Research, 2004, 42.20: 4221-4233.
- [3] BJØRNENAK, T. - MITCHELL, F. (2002): *The development of activity-based costing journal literature, 1987-2000*. European Accounting Review, 2002, 11.3: 481-508.
- [4] COOPER, R. - BRAY, D. A. - PARZEN, M. I. (2007): *Who Wins in a Dynamic World: Theory of Constraints Vs. Activity-Based Costing?* In: North American Assoc. for Computational Social and Organizational Science (NAACSOS) Conference, June 2007. Dostupné z SSRN: <http://ssrn.com>.
- [5] COOPER, R. - KAPLAN, R. S. (1991): *Profit Priorities from Activity-Based Costing*. Harvard Business Review, 1991, 69.3: 130-135.
- [6] COOPER, R. - KAPLAN, R. S. (1992): *Activity-based systems: Measuring the costs of resource usage*. Accounting Horizons, 1992, 6.3: 1-13.
- [7] COOPER, R. - SLAGMULDER, R. (1999): *Integrating activity-based costing and the theory of constraints*. Strategic Finance, 1999, 80.8: 20.
- [8] DEJNEGA, O. (2010): *Metody Activity-Based Costing a Time-Driven Activity-Based Costing a jejich využití v praxi při měření nákladů procesů*. Ekonomika Management Inovace, 2010, 1: 11-19.
- [9] GOLDRATT, E. M. - COX, J. (1984): *The goal: Excellence in manufacturing*. Newyork, North River Press, 1984.
- [10] GOLDRATT, E. M. (1990): *What is this thing called the Theory of Constraints and how is it implemented*. New York, North River Press, 1990. Pramen: FREDENDALL, L. D. - LEA, B. R. *Improving the product mix heuristic in the theory of constraints*. International Journal of Production Research, 1997, 35.6: 1535-1544.
- [11] GUPTA, M. - GALLOWAY, K. (2003): *Activity-based costing/management and its implications for operations management*. Technovation, 2003, 23.2: 131-138.
- [12] HUANG, S. Y., et al. (2014): *The application of the theory of constraints and activity-based costing to business excellence: the case of automotive electronics manufacture firms*. Total Quality Management & Business Excellence, 2014, 25.5-6: 532-545.

- [13] KAPLAN, R. S. - ANDERSON, S. R. (2013): *Time-driven activity-based costing: a simpler and more powerful path to higher profits*. Harvard business press, 2013.
- [14] KEE, R. – SCHMIDT, C. (2000): *A Comparative Analysis of Utilizing Activity-Based Costing and the Theory of Constraints for Making Product Mix Decisions*. International Journal of Production Economics, 2000, 63: 1-17. Prameň: KIRCHE, E. T.: *A comparison of activity-based costing and the theory of constraints-based approaches for profitability analysis in order management and production planning decisions*. Dissertation. May, 2002. Dostupné z ProQuest.
- [15] KEE, R. (1995): *Integrating activity-based costing with the theory of constraints to enhance production-related decision-making*. Accounting Horizons, 1995, 9: 48-61.
- [16] KIRCHE, E. T. (2002): *A comparison of activity-based costing and the theory of constraints-based approaches for profitability analysis in order management and production planning decisions*. Dissertation. May, 2002. Dostupné z ProQuest.
- [17] KUPKOVIČ, M. - TÓTH, M. (2004): *Porovnanie prirážkovej kalkulácie nákladov a kalkulácie nákladov podľa čiastkových činností (metóda ABC – Activity-Based Costing)*. Ekonomický časopis, 2004, 02: 133-147.
- [18] LEE, T.N. – PLENERT, G. (1993): *Optimizing theory of constraints when new product alternatives exist*. Production and Inventory Management Journal, 1993, 34.3: 51-57.
- [19] LUEBBE, R. - FINCH, B. (1992): *Theory of constraints and linear programming: a comparison*. The International Journal of Production Research, 1992, 30.6: 1471-1478.
- [20] PLENERT, G. (1993): *Optimizing theory of constraints when multiple constrained resources exist*. European Journal of Operational Research, 1993, 70.1: 126-133.
- [21] SERINA, P. (2014): *Nové trendy v úspore nákladov - procesné kalkulácie*. In: *Aktuálne problémy podnikovej sféry 2014* [CD-ROM]. Bratislava, EKONÓM, 2014.
- [22] SHAPIRO, J. F. (1999): *On the connections among activity-based costing, mathematical programming models for analyzing strategic decisions, and the resource-based view of the firm*. European Journal of Operational Research, 1999, 118.2: 295-314.
- [23] SHEU, Ch. - CHEN, M.-H. - KOVAR, S. (2003): *Integrating ABC and TOC for better manufacturing decision making*. Integrated Manufacturing Systems, 2003, 14.5: 433-441.
- [24] STANĚK, V. (2003): *Zvyšování výkonnosti procesním řízením nákladů*. Praha, Grada Publishing, 2003.
- [25] ŠOLJAKOVÁ, L. (2003): *Manažerské účetnictví pro strategické řízení*. 1.vyd. Praha, Management Press, 2003.
- [26] TÓTH, M. - TÓTHOVÁ, A. (2011): *Výhody kalkulačného postupu metódou ABC*. In: *Manažment podnikania a vecí verejných*. Bratislava, ALDO, 2011, s. 124-129.
- [27] VIDOVÁ, J. (2003): *Efektívnosť z pohľadu teórie obmedzenia*. Transfer inovácií, 2003, 6: 126-127.
- [28] VÝROSTOVÁ, E. (2007a): *Možnosti a obmedzenia využitia vybraných metód v riadení nákladov podniku*. Dizertačná práca. Košice, Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta, 2007. 183 s.
- [29] VÝROSTOVÁ, E. (2007b): *ABC/M - jedna z moderných metód riadenia nákladov* [online]. Manažment v teórii a praxi, 2007, 3. 1-2: 20-29.
- [30] VÝROSTOVÁ, E. (2013): *Možnosti a obmedzenia využitia activity-based costing v podmienkach malých a stredných podnikov*. In: *Trendy v podnikaní 2013*. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, 2013.

- [31] YAHYA – ZADEH, M. (1998): *Product-mix Decisions under Activity-Based Costing With Resource Constraints And Non-proportional Activity Costs*. The Journal of Applied Business Research, 1998, 14.4: 39-45.
- [32] ZHUANG, Z. Y. - CHANG, Ch. (2015): *Deciding product mix based on time-driven activity-based costing by mixed integer programming*. Journal of Intelligent Manufacturing, 2015, 1-16.